

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Christoph WENDEL et al

Application No.: 10/625468

Filing Date: 23 July 2003

Title: METHOD FOR DETECTING PARTIAL  
CONDUCTOR SHORT CIRCUITS, AND  
DEVICE FOR PERFORMING AND  
USING THE METHOD



Art Unit: [to be assigned]

Examiner: [to be assigned]

Atty. Docket: 003-066

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119**

Commissioner For Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Priority under 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed to the following priority document(s),  
filed in a foreign country within one (1) year prior to the filing of the above-referenced United  
States utility patent application:

Country	Priority Document Appl. No.	Filing Date
CH	2002 1297/02	23 JULY 2002

A certified copy of each listed priority document is submitted herewith. Prompt  
acknowledgment of this claim and submission is respectfully requested.

Respectfully submitted,

Date: 24 OCT. 2003

Adam J. Cermak  
Reg. No. 40,391

U.S. P.T.O. Customer Number 36844  
Law Office of Adam J. Cermak  
P.O. Box 7518  
Alexandria, VA 22307





**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
CONFÉDÉRATION SUISSE  
CONFEDERAZIONE SVIZZERA**

**Bescheinigung**

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

**Attestation**

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

**Attestazione**

I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, 8. JULI 2003

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum  
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle  
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren  
Administration des brevets  
Amministrazione dei brevetti

  
Heinz Jenni



**Patentgesuch Nr. 2002 1297/02**

HINTERLEGUNGSBESCHEINIGUNG (Art. 46 Abs. 5 PatV)

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:

Verfahren zum Detektieren von Teilleiterschläüssen sowie Vorrichtung zur Durchführung und Anwendung des Verfahrens.

Patentbewerber:

ALSTOM (Switzerland) Ltd  
Brown Boveri Strasse 7  
5401 Baden

Anmeldedatum: 23.07.2002

Voraussichtliche Klassen: G01R



5

10

## BESCHREIBUNG

VERFAHREN ZUM DETEKTIEREN VON TEILLEITERSCHLÜSSEN SOWIE  
VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG UND ANWENDUNG DES VERFAHRENS

15

## TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Leitungsmesstechnik.  
20 Sie betrifft ein Verfahren zum Detektieren von Teilleiterschlässen in einem mehrere voneinander isolierte Teilleiter umfassenden Leiter gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Sie betrifft weiterhin eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sowie eine Anwendung des Verfahrens.

25

## STAND DER TECHNIK

Es besteht häufig der Wunsch, bei parallel zueinander verlaufenden, voneinander isolierten Leiterpaaren eventuell auftretende Schlüsse zwischen den Teilleitern zu  
30 detektieren, ohne dass das Leiterpaar über die gesamte Länge abschnittsweise geprüft oder demontiert werden muss. Ein Beispiel für eine derartige Leiterkonfigura-

5

10

15

20

25

30



der isoliert sein, um den schnellen Impuls galvanisch einspeisen zu können. Die Detektion von mehreren Kurzschlüssen ist prinzipbedingt nicht möglich, so dass nur der erste Kurzschluss hinter der Impulseinspeisung auffindbar ist.

- 5 Dieses dritte Verfahren kann in abgewandelter Form ebenso eingesetzt werden, wenn die Leiterpaare beidseitig kurzgeschlossen sind. In diesem Falle muss die Isolation zwischen den Leiterpaaren verletzt werden, um den Impuls galvanisch einspeisen zu können. Prinzipbedingt ist die Detektionssicherheit umso grösser, je weiter die Einspeisung von den kurzgeschlossenen Enden entfernt ist. Als Folge
- 10 dieser Einschränkung ist die Ermittlung der Lage der Kurzschlüsse umso unsicherer, je kürzer die Leiterpaarung ist. Im allgemeinen ist im Falle beidseitiger Kurzschlüsse die Lagebestimmung der Kurzschlüsse nicht möglich bei Leitungslängen von wenigen Metern.
- 15 Als Nachteile der oben genannten Verfahren sind hier zusammenfassend zu nennen:
  1. Die Teilleiter müssen beidseitig an den Leiterenden voneinander isoliert sein, um sicher Kurzschlüsse erkennen zu können (Verfahren 1, 2 und 3), oder
  - 20 2. Die Teilleiter müssen wenigstens einseitig voneinander isoliert sein, um Kurzschlüsse feststellen zu können (Verfahren 3), oder
  3. Die Isolation zwischen den Teilleitern muss verletzt werden, um das Signal galvanisch einspeisen zu können. Vornehmlich muss dies in der Mitte zwischen den Leiterenden geschehen (Verfahren 3).
  - 25 4. Besteht die gesamte Anordnung aus mehr als einem Leiterpaar, so müssen zur vollständigen Kontrolle der Schlussfreiheit alle möglichen Permutationen gemessen werden.

Die Anzahl der Permutationen berechnet sich zu  $N = (n^2 - n) / 2$  mit N gleich der Anzahl der Permutationen und n gleich Anzahl der parallelen Teilleiter. Beispiel: Ein Leiterbündel besteht aus 64 Einzelleitern. Dann müssen 2016

- 30 Messungen durchgeführt werden. Bei entsprechend grösserer Anzahl von Einzelleitern erhöht sich die Anzahl der notwendigen Messungen erheblich.

**Inbesondere Verfahren 3, prinzipiell nur langsam reagierend, würde somit eine derart lange Messzeit benötigen, dass das Verfahren technisch nicht anwendbar ist.**

5

## DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Feststellung der Kurzschlussfreiheit an ein- oder beidseitig kurzgeschlossenen Leiterpaarungen mit nur einer oder maximal zwei Messungen zu schaffen, und zwar unabhängig von der Anzahl paralleler und voneinander isolierter Teilleiter, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens und eine Anwendung des Verfahrens anzugeben.

Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale der Ansprüche 1, 7 und 11 gelöst. Der Kern der Erfindung besteht darin, das Ausbreitungsverhalten von zeitlich veränderlichen elektrischen Signalen auf dem zu untersuchenden Leiter zu messen, mit dem Ausbreitungsverhalten auf einem Referenzleiter ohne Teilleiter-schlüsse zu vergleichen, und aus den sich beim Vergleich ergebenden Änderungen im Ausbreitungsverhalten auf das Vorliegen von Teilleiterschläüssen zu schliessen. Hierdurch ist es möglich, auf einfache Weise und ohne verändernde Manipulationen am zu messenden Leiter Kurzschlüsse zwischen beliebigen Teil-leitern sicher festzustellen.

Eine erste bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass als Ausbreitungsverhalten das komplexe Reflexionsverhalten gemessen wird, dass als zeitlich veränderliche Signale periodische, insbesondere sinusförmige, Signale einer vorgegebenen Frequenz verwendet werden, und dass zur Messung des Reflexionsverhaltens die Frequenz in einem vorgegebenen Frequenzbereich variiert und die aus dem Leiter zurückkommen-

den Signale empfangen und hinsichtlich ihrer elektrischen Parameter, insbesondere der Amplitude, ausgewertet werden, wobei die Frequenz im Bereich von einigen

kHz bis einigen 100 MHz, insbesondere im Bereich von etwa 100kHz bis etwa 200 MHz, variiert wird.

Dabei hat es sich als besonders günstig herausgestellt, dass die zeitlich veränderlichen elektrischen Signale in ein mit einem Kurzschluss versehenes Ende des Leiters eingespeist werden, dass parallel zu dem Leiter in einem Abstand ein Hilfsleiter angeordnet wird, und dass die über den Hilfsleiter zurückkommenden Signale empfangen und ausgewertet werden.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemässen Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Signalquelle und die Messeinrichtung Teil eines Netzwerkanalysators sind, und dass zwischen die Hinleitung zum Leiter und der Rückleitung vom Hilfsleiter eine Signalweiche zur Anpassung der Signalamplituden der eingespeisten und empfangenen Signale eingefügt ist.

Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

## KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

- Fig. 1 in einer vereinfachten Prinzipdarstellung eine Vorrichtung zur Messung des Reflexionsverhaltens eines zwei Teilleiter umfassenden Leiters mit beidseitig kurzgeschlossenen Enden ohne Teilleiterschluss gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 2 die Vorrichtung aus Fig. 1 mit einem Leiter mit Teilleiterschluss;
- Fig. 3 eine vereinfachte Darstellung des Messprinzips nach der Erfindung;

- Fig. 4 in einer zu Fig. 1 vergleichbaren Darstellung eine Vorrichtung gemäss einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit zusätzlicher Signalweiche;
- Fig. 5 in einer stark schematisierten Darstellung eine Haltevorrichtung für den zu messenden Leiter und den Hilfsleiter für die vergleichenden Messungen gemäss der Erfindung; und
- Fig. 6 gemessene Kurven des Reflexionsfaktors in Abhängigkeit von der Messfrequenz für einen beispielhaften Roebelstab (ohne Glimmschutz) mit vier über die Länge verteilt angeordneten Teilleiter-schlüssen (Kurve A) und ohne Teilleiterschlüsse (Kurve B).

## WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

- In Fig. 1 ist in einer vereinfachten Prinzipdarstellung eine Vorrichtung 10 zur Messung des Reflexionsverhaltens eines zwei Teilleiter 5 umfassenden Leiters 11 mit beidseitig kurzgeschlossenen Enden ohne Teilleiterschluss gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Nach Fig. 1 wird eine Signalquelle 1 mit Hilfe einer elektrisch leitenden Verbindung (Hinleitung 2) an die kurzgeschlossenen Teilleiter 5 so angeschlossen, dass die Signalquelle 1 auf eine kurzgeschlossene Seite (Kurzschluss 3) der Teilleiter 5 ein periodisches oder auch nichtperiodisches Signal speist und dass die Rückführung des Signals über einen elektrisch leitenden Hilfsleiter 4 und eine elektrisch leitende Rückleitung 6 erfolgt. Die Signalquelle 1 ist mit einer Messeinrichtung zur Ermittlung der elektrischen Parameter des Signals, welches über die Hinleitung 2 die Teilleiter 5 speist und der elektrischen Parameter des Signals, welche über den Hilfsleiter 4 und die elektrisch leitende Rückleitung 6 zur Signalquelle zurückkommen, ausgestattet.

Signalquelle 1 und Messeinrichtung sind dabei vorzugsweise Teil eines Netzwerkanalysators, wie er beispielsweise unter der Typenbezeichnung SNA-1 (Frequenzbereich 100 kHz bis 180 MHz) von der Firma Wandel und Goltermann, oder unter der Typenbezeichnung 3577A (Frequenzbereich 5 Hz bis 200 MHz) von der Firma

Hewlett Packard bekannt ist. Der parallel zum Leiter 11 verlaufende Hilfsleiter 4 ist beispielsweise ein isolierter Kupferleiter. Mit der Vorrichtung 10 gemäss Fig. 1 kann über einen Frequenzbereich von 100 kHz bis 200 MHz der Reflexionsfaktor in Abhängigkeit von der Frequenz eines eingespeisten sinusförmigen Signals gemessen werden. Ein Ausschnitt einer solchen Kurve für einen Roebelstab ohne Teilleiterschluss ist in Fig. 6 als Kurve B dargestellt.

Nach Fig. 2 wird eine zu Fig. 1 vergleichbare Messung an einem Leiter 11 mit einem Teilleiterschluss 7 (oder mehreren Teilleiterschlässen) durchgeführt. Zur Ermittlung der Kurzschlussfreiheit werden die ermittelten Parameter 1,...,n einer Paarung von Teilleitern 5 ohne Kurzschluss (Fig. 1) mit den Parametern verglichen, die während folgenden Messungen ermittelt werden (Fig. 3). Besitzt jetzt eine der folgenden Leiterpaarungen neben den (vorgegebenen) Kurzschlüssen 3 an den Leitungsenden weitere Teilleiterschlüsse 7, so weichen die Parameter aus der Messung mit Teilleiterschluss 7 (Fig. 2) von den Parametern aus der Messung ohne Teilleiterschluss (Fig. 1) ab. Diese Parameter können visuell als auch elektronisch verglichen werden, um das Ergebnis dieses Vergleichs (nach Fig. 3) zu erhalten.

In Fig. 4 ist ein weiterer Ausbauschritt dieser Messanordnung zu sehen, bei der zwischen die Hinleitung 2 zu den Teilleitern 5 und der Rückleitung 6 eine (schematisch angedeutete) Signalweiche 8 geschaltet wird, welche die Signalamplituden anpasst und somit eine bessere Differenzierung der gewonnenen elektrischen Parametersätze erlaubt, die dann nach Fig. 3 verglichen werden.

Nach Fig. 5 wird ein Leiter 11, der aus mehreren Teilleitern besteht, die an einem oder an beiden Leiterenden kurzgeschlossen sind, in eine (vereinfacht dargestellte) Haltevorrichtung 9 so eingelegt, dass sowohl das Bündel von Teilleitern als auch der für die Reflexionsmessung benötigte Hilfsleiter 4 in dieser Haltevorrichtung 9 fixiert sind, so dass sich beim Wechsel eines Bündels von Teilleitern 5 (beim Wechsel von Fig. 1 zu Fig. 2) die Lage zwischen diesem Bündel und dem Hilfsleiter 4 nicht verändert. Die elektrische Hinleitung 2 und elektrische Rück-

leitung 6 sind in Fig. 5 ebenso nicht eingezeichnet wie auch die Signalquelle 1 und die Signalweiche 8, die allesamt idealerweise mit der Haltevorrichtung 9 mechanisch fest fixiert werden.

5 Fig. 6 schliesslich zeigt in einem engen Ausschnitt des Frequenzbandes (14 MHz bis 17 MHz) einen Vergleich eines elektrischen Parameters (Reflexionsfaktor) eines an beiden Enden kurzgeschlossenen Leiterpaares in einem Roebelstab ohne Glimmschutz mit Teilleiterschluss gemäss Fig. 2 (Kurve A) und ohne Teilleiterschluss gemäss Fig. 1 (Kurve B). Man erkennt aus der vergleichenden Darstellung  
10 deutlich die Unterschiede in den Kurvenverläufen, die entsprechend ausgewertet und zur Detektion der Teilleiterschlüsse im Roebelstab, aber auch anderen Leiterpaarkonfigurationen herangezogen werden können.

Speziell im Bezug auf die Messung von Roebelstäben kann die Erfindung wie folgt  
15 zusammengefasst werden:

Zur Detektion von Teilleiterschlässen in beidseitig verlöteten Roebelstäben kann das komplexe Reflexionsverhalten der zu prüfenden Stäbe mit Hilfe eines Netzwerkanalysators gemessen werden. Hierzu speist der Netzwerkanalysator den  
20 Stab mit einer sinusförmigen Spannung und variiert die Frequenz in einem weiteren Bereich, z.B. von 100 kHz bis zu 200 MHz. Der Amplitudenverlauf wird aufgenommen und gespeichert oder auch gedruckt.

Besitzt einer der Roebelstäbe einen Teilleiterschluss, so weicht der Amplitudenverlauf von dem Verlauf der Stäbe ab, die keinen Teilleiterschluss aufweisen.  
25

Da der Stab keine Rückleitung besitzt, muss neben dem Stab ein Hilfsleiter montiert werden, der im einfachsten Falle mit Erde verbunden wird. In diesem Falle wird auch der Netzwerkanalysator mit Erde verbunden.

30 Um die Messgenauigkeit zu erhöhen, kann zwischen den Stab und die Messeinrichtung eine Reflexionsmessbrücke (z.B. vom Typ RFZ-1) geschaltet werden,

deren Hauptaufgabe es ist, Anfangsreflexionen am Netzwerkanalysator und an den Verbindungsstellen zwischen Netzwerkanalysator und Prüfling weitestgehend zu eliminieren. Dadurch wird das Verfahren auf ein Brückenverfahren zurückgeführt. Brückenverfahren sind im Allgemeinen sehr viel empfindlicher als Verfahren, die lediglich den Absolutwert einer Grösse aufzeichnen.

Das für Leiter 11 mit einseitigem oder beidseitigem Kurzschluss 3 beschriebene Verfahren kann aber auch auf Leiter 11 angewandt werden, deren Teilleiter 5 an beiden Enden elektrisch voneinander getrennt sind. Dazu werden die Teilleiter zunächst an wenigstens einem der beiden Enden des Leiters kurzgeschlossen. Anschliessend kann der so für die Messung kurzgeschlossene Leiter 11 in der oben beschriebenen erfindungsgemässen Weise auf Teilleiterschlüsse untersucht werden.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

1	Signalquelle
2	Hinleitung (elektrisch)
20 3	Kurzschluss
4	Hilfsleiter (parallel)
5	Teilleiter
6	Rückleitung (elektrisch)
7	Teilleiterschluss
25 8	Signalweiche
9	Haltevorrichtung
10	Messvorrichtung
11	Leiter

## PATENTANSPRÜCHE



6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die zeitlich veränderlichen elektrischen Signale in ein mit einem Kurzschluss (3) versehenes Ende des Leiters (11) eingespeist werden, dass parallel zu dem Leiter (11) in einem Abstand ein Hilfsleiter (4) angeordnet wird, und dass die über den Hilfsleiter (4) zurückkommenden Signale empfangen und ausgewertet werden.

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zu messende Leiter (11) bzw. der Referenzleiter und ein Hilfsleiter (4) parallel und in einem festen Abstand zueinander in einer Haltevorrichtung (9) angeordnet sind, dass der Leiter (11) bzw. Referenzleiter mit einem Ende über eine Hinleitung (2) an eine Signalquelle (1) angeschlossen ist, und dass der Hilfsleiter (4) über eine Rückleitung (6) mit einer Messeinrichtung verbunden ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalquelle (1) und die Messeinrichtung Teil eines Netzwerkanalysators sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen die Hinleitung (2) zum Leiter (11) und der Rückleitung (6) vom Hilfsleiter (4) eine Signalweiche (8) zur Anpassung der Signalamplituden der eingespeisten und empfangenen Signale eingefügt ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Hilfsleiter (4) als isolierte Kupferleitung ausgebildet ist.

11. Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 auf einen Roebelstab aus dem Stator einer elektrischen Maschine.

12. Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 auf einen Leiter (11), bei dem die Teilleiter (5) an beiden Enden des Leiters (11) voneinander elektrisch getrennt sind, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Detektionsmessung an wenigstens einem der beiden Enden ein Kurzschluss (3) herbeigeführt und anschließend die Detektionsmessung durchgeführt wird.



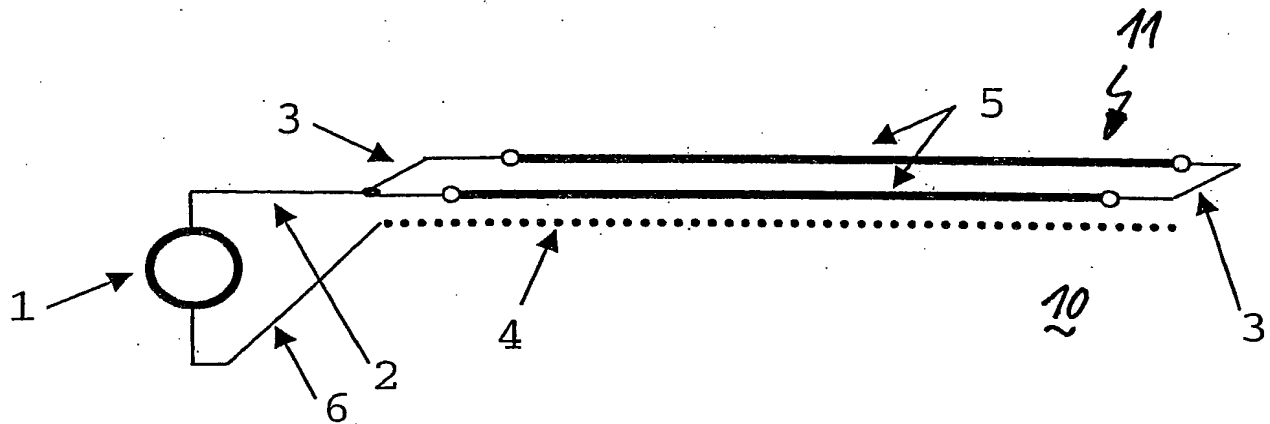


Fig. 1

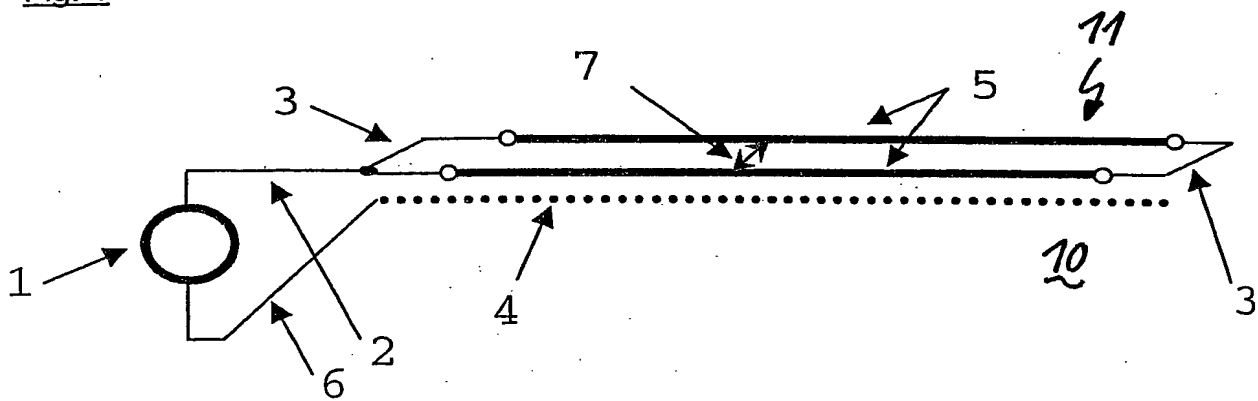


Fig. 2

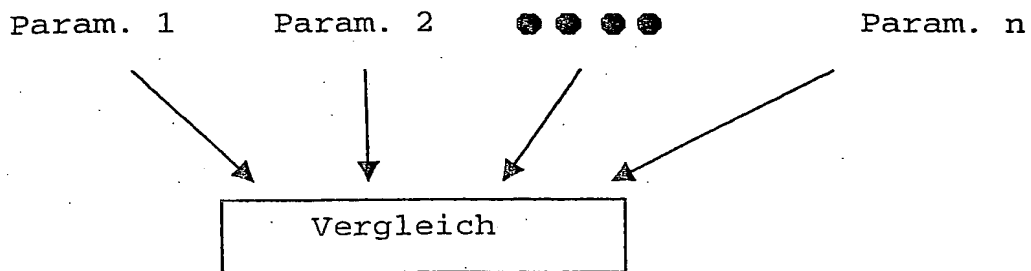


Fig. 3

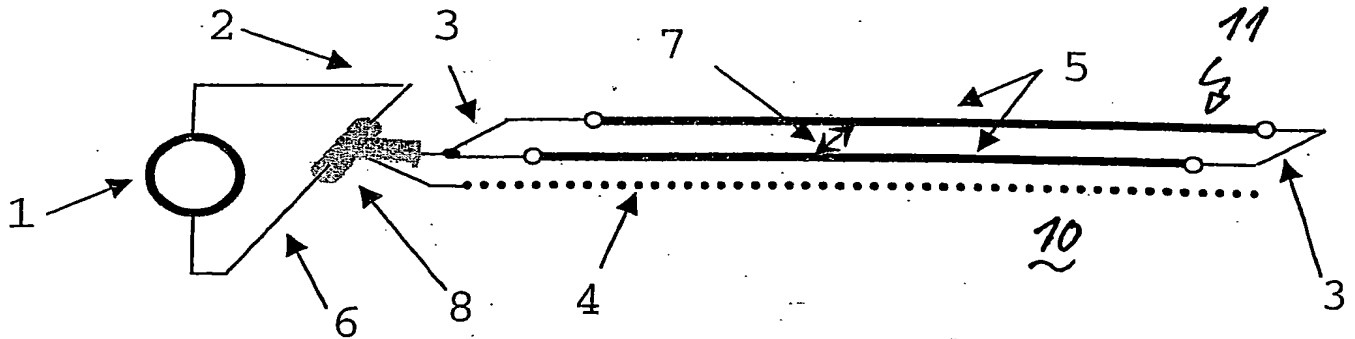


Fig. 4

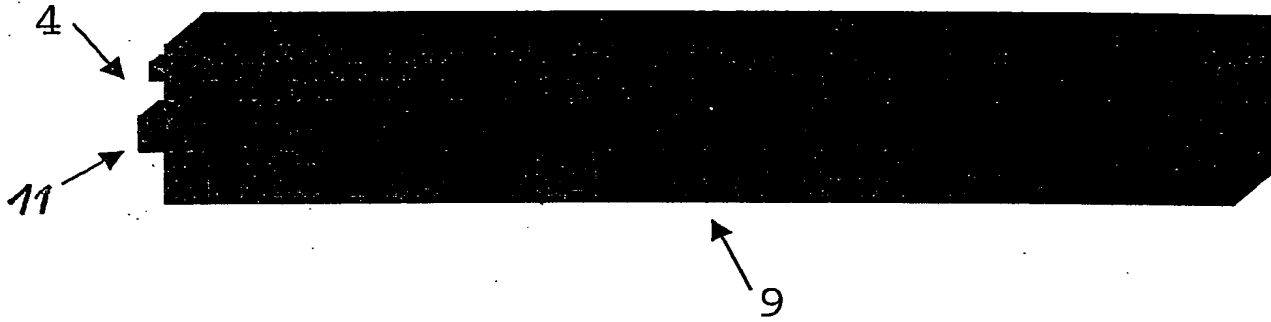


Fig. 5

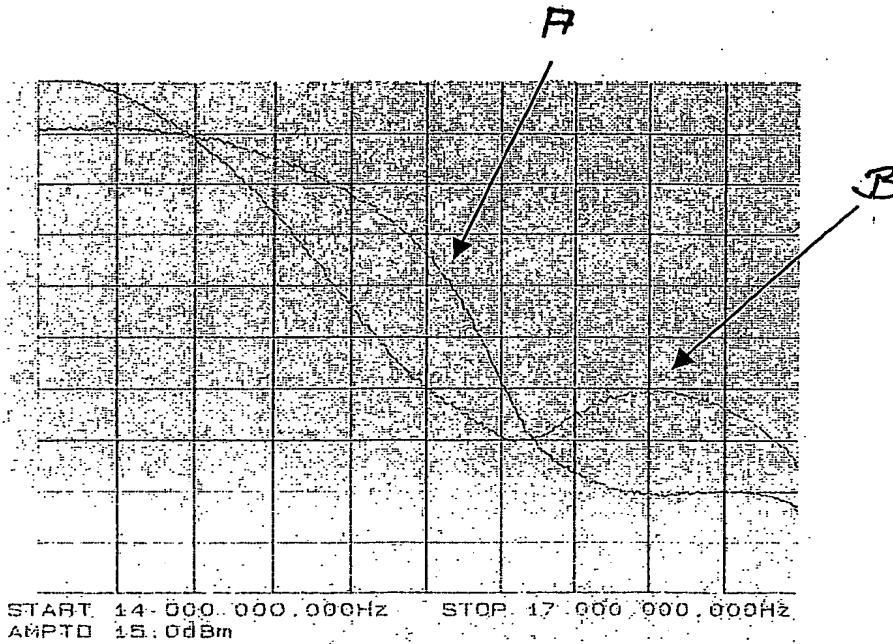


Fig. 6